



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 18 Absatz 2
Patentgesetz der DDR
Vom 27.10.1983
In Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

PATENTSCHRIFT

(11) DD 299 398 A7

5(51) F 28 D 7/00
F 28 F 13/00
F 28 F 9/22

DEUTSCHES PATENTAMT

(21) DD F 28 D / 335 101 4

(22) 01.12.89

(45) 16.04.92

(71) siehe (73)

(72) Thurow, Bernward; Abe, Egon; Förster, Hans, Dr.-Ing., DE

(73) SKL – Motoren- und Systemtechnik AG, Alt-Salbke 6–10, O - 3011 Magdeburg, DE

(54) Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel

(55) Röhrenkesselverdampfer; Rohrbündel; Kälteanlage;
Austauschrohre; Rohrteilung; Zwischenrohrgasse;
Dampfgasse; Dampfblasen; Flüssigkeitsbenetzung;
Dampfpolster

(57) Die Erfindung betrifft einen liegenden
Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel für
große Dampfvolumen, vorzugsweise von Kältemitteln in
großtechnischen Kälteanlagen. Sie ist auch in weiteren
Bereichen der Energie- und Kältetechnik anwendbar.
Erfindungsgemäß ist der Bohrungsquerschnitt des
Rohrbündels in mindestens zwei Querschnittsebenen mit
jeweils unterschiedlicher Rohrteilung unterteilt, wobei die
unterste Querschnittsebene mit engen
Zwischenrohrgassen und die darüberliegende(n)
Querschnittsebene(n) mit erweiterten Zwischenrohrgassen
und senkrecht und/oder schräg angeordneten unberührten
Dampfgassen ausgeführt sind. Dadurch wird eine bessere
Abführung der Dampfblasen aus dem Zwischenrohrbereich
und eine gute und stabile Flüssigkeitsbenetzung der
Oberfläche der Austauschrohre erreicht und die Bildung
von Dampfpolstern vermieden. Fig. 2

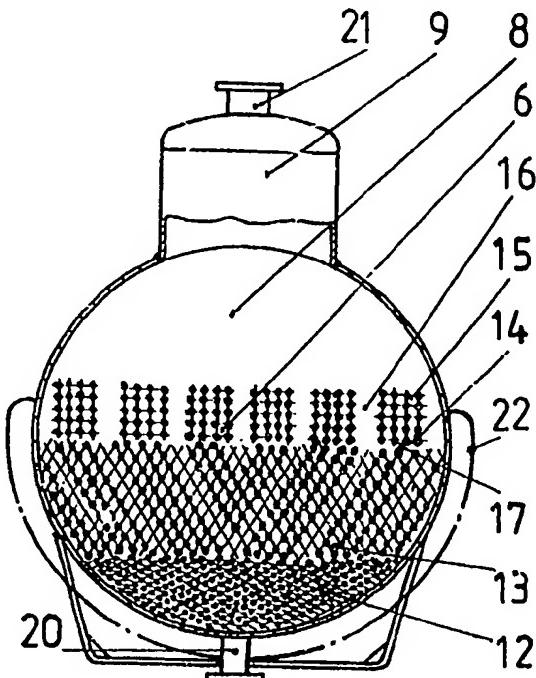


Fig. 2

Patentansprüche:

1. Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel für große Dampfvolumen, bestehend aus einem zylindrischen Gehäusemantel, einem liegenden Rohrbündel mit in einer oder zwei Spülungs- bzw. Umlenkkammern, vor denen eine als Schwimmkopf ausgeführt sein kann, jeweils im stirnseitigen Rohrboden eingebundenen Austauschrohren und vorzugsweise mit einem oder mehreren über dem Abdampfraum angeordneten Dampfdomen, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrbündel (2) in mindestens zwei übereinanderliegenden Querschnittsebenen (12, 13, 14) jeweils unterschiedliche Rohrteilungen aufweist, wobei die unterste Querschnittsebene (12) mit engen Zwischenrohrgassen (15) und die darüberliegende(n) Querschnittsebene(n) (13, 14) mit erweiterten Zwischenrohrgassen (15) und senkrecht und/oder schräg angeordneten unberührten Dampfgassen (16) ausgeführt sind.
2. Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an einer oder beiden Flanken des Rohrbündels (2) zwischen seinen oberen und unteren Rohrreihen Rücklaufkanäle (22) bzw. -schächte angeordnet sind, die sich vorzugsweise außerhalb des Gehäusemantels (3) befinden und dabei durch Öffnungen im Gehäusemantel (3) mit dem Verdampfungsraum (6) verbunden sind.
3. Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß im Rohrbündel (2) bis unterhalb etwa der Apparatemitte von unten nach oben schräg nach außen verlaufende Dampfgassen (16) und von deren oberen Enden ausgehend darüber jeweils erweiterte senkrechte Dampfgassen (16) angeordnet sind.
4. Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohrbündel (2) in drei übereinanderliegenden Querschnittsebenen (12, 13, 14) jeweils unterschiedliche Rohrteilungen aufweist, wobei die unterste Querschnittsebene (12) mit vertikaler Dreiecksteilung, die mittlere Querschnittsebene (13) mit horizontaler Dreiecksteilung und die oberste Querschnittsebene (14) mit Quadratteilung ausgebildet ist.
5. Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in und/oder zwischen einzelnen Querschnittsebenen (12, 13, 14) des Rohrbündels (2), vorzugsweise zwischen der mittleren Querschnittsebene (13) und der obersten Querschnittsebene (14), jeweils eine horizontale unberührte Leitgasse (17) angeordnet ist.
6. Liegender Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den verschiedenen Querschnittsebenen (12, 13, 14) des Rohrbündels (2) Austauschrohre (4) jeweils unterschiedlicher Formen und/oder Durchmesser eingesetzt sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf einen liegenden Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel für große Dampfvolumen, vorzugsweise von Kältemitteln in großtechnischen Kälteanlagen, speziell in Absorptionskälteanlagen der Gaserzeugungstechnik. Weitere Anwendungsgebiete liegen in analoger Weise in vielen Bereichen der Energie- und Kältetechnik.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Nach dem Stand der Technik sind liegende Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel für großtechnische Kälteanlagen bekannt, bei denen die im Rohrraum geführten Produktströme unter Verdampfung eines Kältemittels im Mantelraum gekühlt werden.

Um eine hohe Wärmeübertragungs- und Verdampfungsleistung zu erreichen, werden diese Röhrenkesselverdampfer meist mit einem wannenförmigen Verdampfungsraum mit darüber befindlichen Abdampfraum ausgeführt, wobei der Verdampfungsraum über seinen gesamten Querschnitt mit gleichmäßiger Teilung berohrt ist. (A.A. Gogolin u.a.: Intensifikaciä teplotobmena v isparitel'nah holodil'nyh masin, Moskva, 1982, S.8, Zeichn. I-2).

Diese gleichmäßige und relativ enge Teilung führt jedoch besonders bei Röhrenkesselverdampfern mit großem Dampfvolumen dazu, daß es durch die zunehmende Anzahl und Größe der aufsteigenden Dampfblasen zur Behinderung der Strömung von Dampf und Flüssigkeit im Bereich der oberen Rohrreihen kommt. Dabei bildet sich Dampfpolster, die Benutzung der Oberfläche der Austauschrohre mit Flüssigkeit ist nicht gesichert und die Verdampfungsleistung des Röhrenkesselverdampfers ist vermindert und unstabil. Ein längeres Trockenlaufen von Austauschrohren kann zu deren Beschädigung führen.

Es sind auch liegende Röhrenkesselverdampfer mit einem Überfluteten, im Querschnitt kreisförmigen Rohrbündel bekannt, welches im Gehäusemantel exzentrisch nach unten verlagert angeordnet ist (Fachwissen des Ingenieurs, Bd. 6, Leipzig, 1972, S. 581, Bild 67).

Dabei entstehen im Bereich der oberen Rohrreihen breite unberührte Randbereiche zum Gehäusemantel, in die die Dampfblasen aus den seitlichen Bereichen des Rohrbündels abströmen können. Für den mittleren Bereich bleibt jedoch die Gefahr der Bildung von Dampfpolstern bestehen. Die Strömungsverhältnisse innerhalb des Bündels sind nicht geordnet. Das Bündel besitzt einen zu hohen Widerstand für die Dampftableitung. Die mittleren Rohre nehmen am Wärmeaustausch nur sehr unbefriedigend teil. Außerdem führt die erhebliche Verminderung der Anzahl der Austauschrohre in den oberen Rohrreihen zu einer bedeutend geringeren Verdampfungsleistung, als bei der ausgeführten Apparategröße möglich wäre.

Weiterhin ist es bekannt, bei Rohrbündeln sowohl mit wattenförmigem als auch mit kreisförmigem Berohrungsquerschnitt im Bereich der mittleren und oberen Rohrreihen senkrechte Dampfgassen anzordnen, die eine verbesserte Abführung der Dampfblasen ermöglichen. Dabei müssen jedoch die Dampfblasen vorwiegend seitlich in die Dampfgassen einströmen, was nicht ihrer durch den Auftrieb bewirkten Hauptströmungsrichtung entspricht. Besonders bei Röhrenkesselverdampfern mit großer Leistung wird durch das mit der Höhe zunehmende Dampfvolumen im Zwischenrohrraum bei gleichbleibender Rohrteilung die Strömung wie bereits beschrieben behindert, wenn auch in geringerem Maße als ohne Dampfgassen, so daß die Verdampfungsleistung auch bei dieser Lösung instabil und geringer ist, als bei der ausgeführten Apparategröße möglich wäre.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, einen liegenden Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel für große Dampfvolumen zu schaffen, der eine hohe und stabile Verdampfungsleistung erreicht, eine Beschädigung der Austauschrohre durch Trockenlaufen vermeidet und keinen zusätzlichen Material- und Fertigungsaufwand erfordert.

Wesen der Erfindung

Der Erfindung liegt die technische Aufgabe zugrunde, einen liegenden Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel für große Dampfvolumen, bestehend aus einem zylindrischen Gehäusemantel, einem liegenden Rohrbündel mit in einer oder zwei Speisungs- bzw. Umlenkkammern, von denen eine als Schwimmkopf ausgeführt sein kann, jeweils im stirnseitigen Rohrboden eingebundene Austauschrohren und vorzugsweise mit einem oder mehreren über dem Abdampfraum angeordneten Dampfdomen zu schaffen, der eine bessere Abführung des Dampfes aus dem Zwischenrohrbereich und eine gute und stabile Flüssigkeitsbenetzung der Oberfläche der Austauschrohre erreicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß das Rohrbündel in mindestens zwei übereinanderliegenden Querschnittsebenen jeweils unterschiedliche Rohrteilungen aufweist, wobei die unterste Querschnittsebene mit engen Zwischenrohrgassen und die darüberliegende(n) Querschnittsebene(n) mit erweiterten Zwischenrohrgassen und senkrecht und/oder schräg angeordneten unberührten Dampfgassen ausgeführt sind.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß an einer oder beiden Flanken des Rohrbündels zwischen seinen oberen und unteren Rohrreihen Rücklaufkanäle bzw. -schächte angeordnet sind, die sich vorzugsweise außerhalb des Gehäusemantels befinden und dabei durch Öffnungen im Gehäusemantel mit dem Verdampfungsraum verbunden sind.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind im Rohrbündel bis unterhalb etwa der Apparatemitte von unten nach oben schräg nach außen verlaufende Dampfgassen und von deren oberen Enden ausgehend darüber jeweils erweiterte senkrechte Dampfgassen angeordnet.

In einer anderen vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung weist das Rohrbündel in drei übereinanderliegenden Querschnittsebenen jeweils unterschiedliche Rohrteilungen auf, wobei die unterste Querschnittsebene mit vertikaler Dreieckstellung, die mittlere Querschnittsebene mit horizontaler Dreieckstellung und die oberste Querschnittsebene mit Quadratteilung ausgebildet ist.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß in oder/und zwischen einzelnen Querschnittsebenen des Rohrbündels, vorzugsweise zwischen der mittleren Querschnittsebene und der obersten Querschnittsebene, jeweils eine horizontale unberührte Leitgasse angeordnet ist.

Schließlich sieht eine Ausgestaltung der Erfindung vor, daß in den verschiedenen Querschnittsebenen des Rohrbündels Austauschrohre jeweils unterschiedlicher Formen und/oder Durchmesser eingesetzt sind.

Der erfindungsgemäße liegende Röhrenkesselverdampfer mit überflutetem Rohrbündel weist folgende wesentliche Vorteile auf:

- gezielte und ungehinderte Dampfführung innerhalb des Verdampfungsraumes zum Abdampfraum,
- Verhinderung des Trockenlaufens eines Teiles der Austauschrohre im mittleren und oberen Bereich des Rohrbündels und ihrer Beschädigung,
- Gewährleistung der Flüssigkeitsbenetzung der Oberfläche der Austauschrohre über die gesamte Höhe des Rohrbündels,
- Stabilisierung der Verdampfungsleistung der Austauschrohre auch im oberen Bereich und dadurch Verbesserung der Verdampfungsleistung des Röhrenkesselverdampfers ohne zusätzlichen Material- und Fertigungsaufwand.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. Dabei zeigen

Fig. 1: den Längsschnitt eines erfindungsgemäßen liegenden Röhrenkesselverdampfers mit überflutetem Rohrbündel,
Fig. 2: den Querschnitt A-A der Figur 1,

Fig. 3: eine vergrößerte schematische Darstellung der Teilungen in den einzelnen Querschnittsebenen.

Das in den Figuren 1 bis 3 gezeigte Ausführungsbeispiel stellt einen erfundsgemäßen liegenden Röhrenkesselverdampfer 1 mit überflutetem Rohrbündel 2 für große Verdampfungsmengen dar. In dem zylindrischen Gehäusemantel 3 ist das Rohrbündel 2 mit den Austauschrohren 4, die in den stirnseitigen Rohrböden 5 fest eingebunden sind, angeordnet. Entsprechend dem Querschnitt des Verdampfungsraumes 6 ist das Rohrbündel 2 mit einem wattenförmigen Berührungsquerschnitt ausgeführt. An den Außenseiten der Rohrböden 5 sind die Speisungs- bzw. Umlenkkammern 7 und mittig am Gehäusemantel 3, über dem Abdampfraum 8, der Dampfdom 9 angeordnet.

Die vordere Speisungs- bzw. Umlenkammer 7 ist durch ein Trennblech 10 unterteilt, so daß eine Zweiflutigkeit des Rohrbündels 2 erreicht wird. Die Austauschrohre 4 sind im Gehäusemantel 3 durch ein Stützblech 11 gelagert.

Bei entsprechender Anordnung weiterer Trennbleche in beiden Speisungs- bzw. Umlenkkammern 7 kann auch eine höhere Flutigkeit bzw. ohne Trennbleche Einflutigkeit erreicht werden. Die Verwendung eines Rohrbündels mit Schwimmkopf bzw. Haarnadelrohren ist ebenfalls möglich.

Der Berührungsquerschnitt des Rohrbündels 2 ist in drei Querschnittsebenen 12, 13, 14 mit jeweils unterschiedlicher Rohrteilung unterteilt, wobei in allen drei Querschnittsebenen 12, 13, 14 Austauschrohre 4 gleicher Form und Abmessungen Verwendung finden. Die Aufteilung der Querschnittsebenen 12, 13, 14 und die unterschiedliche Anordnung der Austauschrohre 4 darin sind von der über das Rohrbündel 2 zugeführten Wärmemenge, dem Dampfphasenanteil und der Verdampfungsintensität in den einzelnen Höhenbereichen abhängig. Im Ausführungsbeispiel ist die unterste Querschnittsebene 12 mit enger, vertikaler Dreiecksteilung ausgeführt. In der mittleren Querschnittsebene 13 sind die Austauschrohre 4 mit erweiterten Zwischenrohrgassen 15 und zusätzlichen schrägen unberührten Dampfgassen 16 in horizontaler Dreiecksteilung angeordnet. Die oberste Querschnittsebene 14 weist eine Quadratteilung mit erweiterten Zwischenrohrgassen 15 und erweiterten senkrechten Dampfgassen 18 auf. Zwischen der mittleren Querschnittsebene 13 und der obersten Querschnittsebene 14 ist eine horizontale unberührte Leitgasse 17 angeordnet, die größer ist als die Zwischenrohrgassen 15 der obersten Querschnittsebene 14. Zwischen der oberen und den unteren Rohrreihen des Rohrbündels 2 sind an seinen beiden Flanken außerhalb des Gehäusemantels 3 Rücklaufkanäle 22 angeordnet, die durch Öffnungen im Gehäusemantel mit dem Verdampfungsraum 6 verbunden sind. Im Ausführungsbeispiel wird der unten am Gehäusemantel angebrachte Mantelraumeintrittsstutzen 20 zur Einspeisung sowohl des zufließenden als auch des durch die Rücklaufkanäle 22 fließenden Mantelraummediums genutzt.

Es ist zweckmäßig, mehrere über die Apparatlänge verteilte Rücklaufkanäle 22 mit separaten Ein- und Austrittsöffnungen zum Gehäusemantel 3 vorzusehen. Es können auch außerhalb oder innerhalb des Gehäusemantels 3 sich über einen Teil oder die gesamte Apparatlänge erstreckende Rücklaufschächte angeordnet werden.

Die Arbeitsweise des erfundsgemäßen Röhrenkesselverdampfers ist folgende:

Durch den Rohrraumeintrittsstutzen 18 der vorderen Speisungs- bzw. Umlenkammer 7 tritt das Rohrraummedium in die erste Flut des Rohrbündels 2 und durchströmt die Austauschrohre 4 bis zur hinteren Speisungs- bzw. Umlenkammer 7, wird dort umgelenkt und durchströmt die Austauschrohre 4 der nächsten Flut, bis es die vordere Speisungs- bzw. Umlenkammer 7 über den Rohrraumeintrittsstutzen 19 verläßt. Beim Durchströmen der Austauschrohre 4 gibt das Rohrraummedium Wärme an das Mantelraummedium, z.B. ein Kältemittel, ab, welches durch den Mantelraumeintrittsstutzen 20 eingespeist wird. Dabei wird das Mantelraummedium aufgeheizt, und es entstehen im Bereich der ersten Flut des Rohrraummediums erste kleine Dampfblasen.

Der Flüssigkeitsanteil ist in der untersten Querschnittsebene 12 am größten und die Teilung der Austauschrohre 4 kann hier noch relativ eng sein. Das erwärmte Fluid steigt durch die engen Zwischenrohrgassen 15 noch ungehindert in die mittlere Querschnittsebene 13. Durch die weitere Wärmeaufnahme und Verdampfung, die eine Vergrößerung des Volumens bewirkt, ist die enge Teilung hier nicht mehr ausreichend. Die sich an den Austauschrohre 4 bildenden Dampfblasen müssen frei nach oben aufsteigen können und die Flüssigkeit muß auch weiterhin die Austauschrohre 4 gut beneten. Daher wurden in der mittleren Querschnittsebene 13 die Zwischenrohrgassen 15 bei einer senkrechten Dreiecksteilung vergrößert und zusätzlich schräge unberührte Dampfgassen 16 zur Abführung der Dampfblasen angeordnet. Durch die schräge Anordnung ist ein guter, ihrer Strömungsrichtung entsprechender Eintritt der Dampfblasen in die Dampfgassen 16 möglich. In der obersten Querschnittsebene 14 ist der Dampfanteil des Mantelraummadiums noch größer, deshalb sind hier die Austauschrohre 4 in ebenfalls vergrößerter quadratischer Teilung angeordnet und erweiterte senkrechte Dampfgassen 18 vorgesehen. Durch die horizontale unberührte Leitgasse 17 zwischen der mittleren und der obersten Querschnittsebene 13, 14 können größere Dampfblasen, die sich in der mittleren Querschnittsebene 13 gebildet haben, seitlich zu den Dampfgassen 16 abströmen. Aus der Mischphasenoberfläche 14 steigt der Dampf in den Abdampfraum 8 auf und gelangt von dort in den Dampfdom 9, den er über den Dampfaustrittsstutzen 21 verläßt.

Über die Rücklaufkanäle 22 kann erhitztes, aber noch nicht verdampftes Mantelraummedium in den unteren Bereich des Verdampfungsraumes 6 zurückgeführt werden. Dadurch wird eine geordnete Zirkulation des Mantelraummediums erreicht. Um den Verdampfungsprozeß aufrecht zu erhalten, muß dem Verdampfungsraum 6 ständig ausreichend das Mantelraummedium über den Stutzen 20 zugeführt werden.

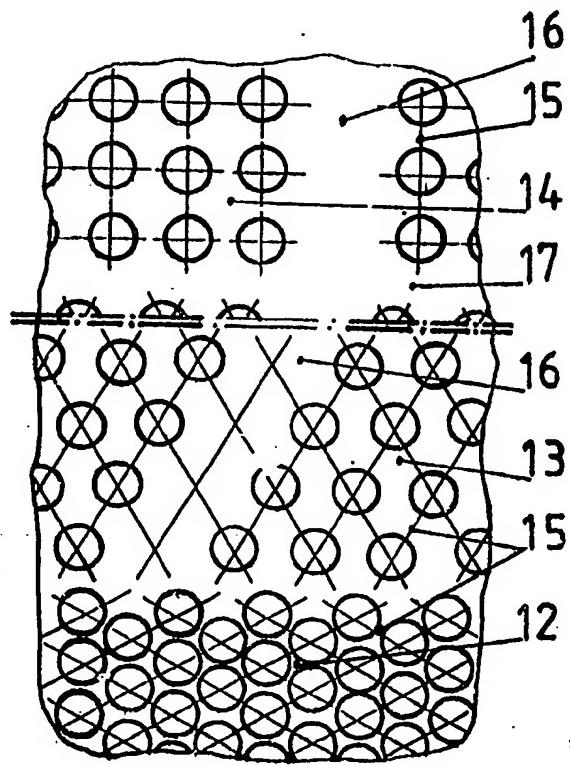
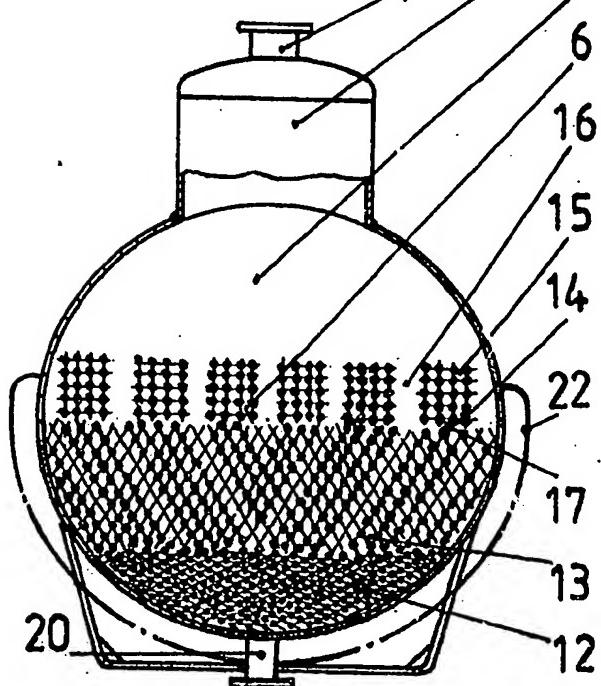
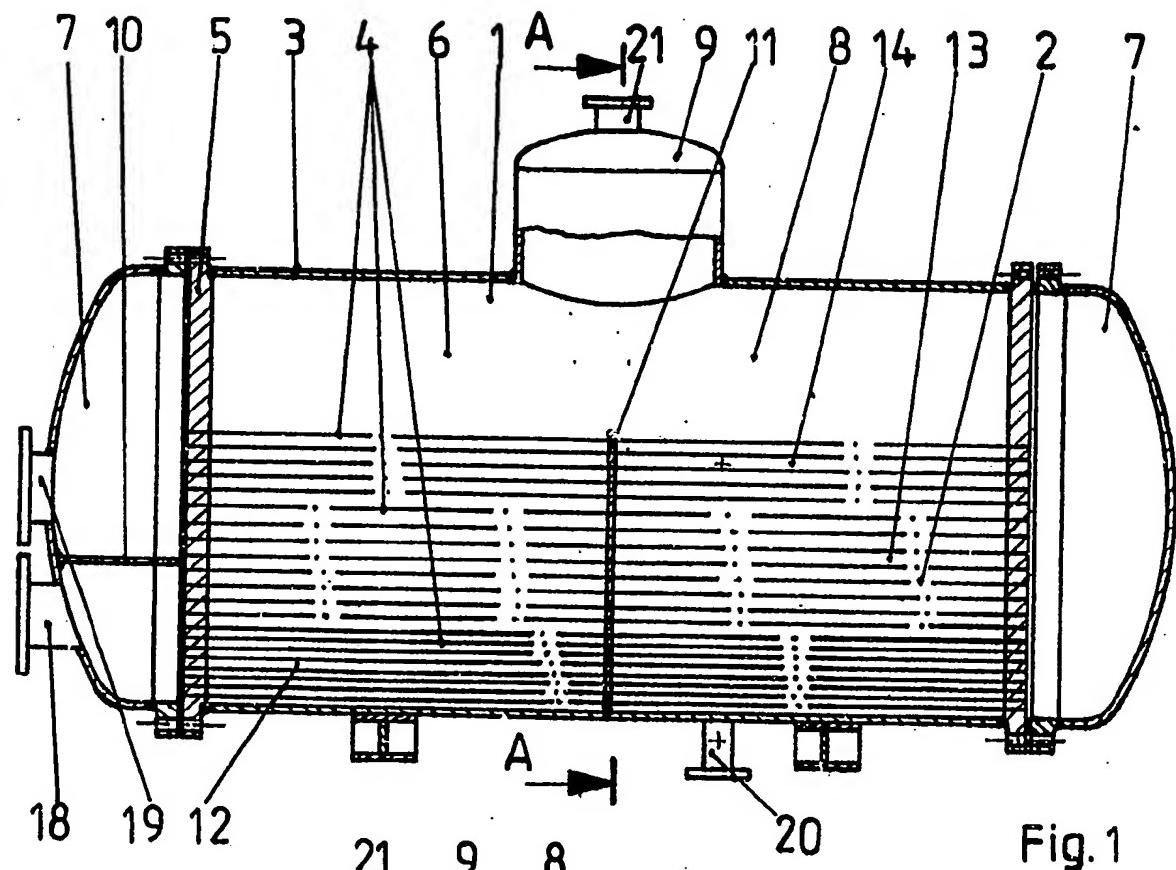
Die beschriebene Anordnung der Austauschrohre 4 ist in den Figuren 2 und 3 deutlich zu erkennen. Die dargestellten Anordnungen und Teilungen gelten dabei für das Ausführungsbeispiel und sind veränderbar. Wichtig sind die vergrößerten Zwischenrohrgassen 15 der mittleren und der obersten Querschnittsebene 13, 14 sowie die vorzugsweise in der obersten Querschnittsebene 14 erweiterten Dampfgassen 16.

Durch die dargestellte Anordnung der Austauschrohre 4 des Rohrbündels 2 können sich keine Dampfpolster bilden, die das Abströmen der Dampfblasen behindern würden, so daß die Austauschrohre 4 immer mit Flüssigkeit benetzt werden und eine stabile hohe Verdampfungsleistung erreicht wird.

Zur Verbesserung der Wärmeübergangs- und Strömungsbedingungen können in den verschiedenen Querschnittsebenen 12, 13, 14 auch Austauschrohre 4 jeweils unterschiedlicher Formen und/oder Abmessungen Verwendung finden.

- 4 -

299398



PAGE BLANK (USPTO)

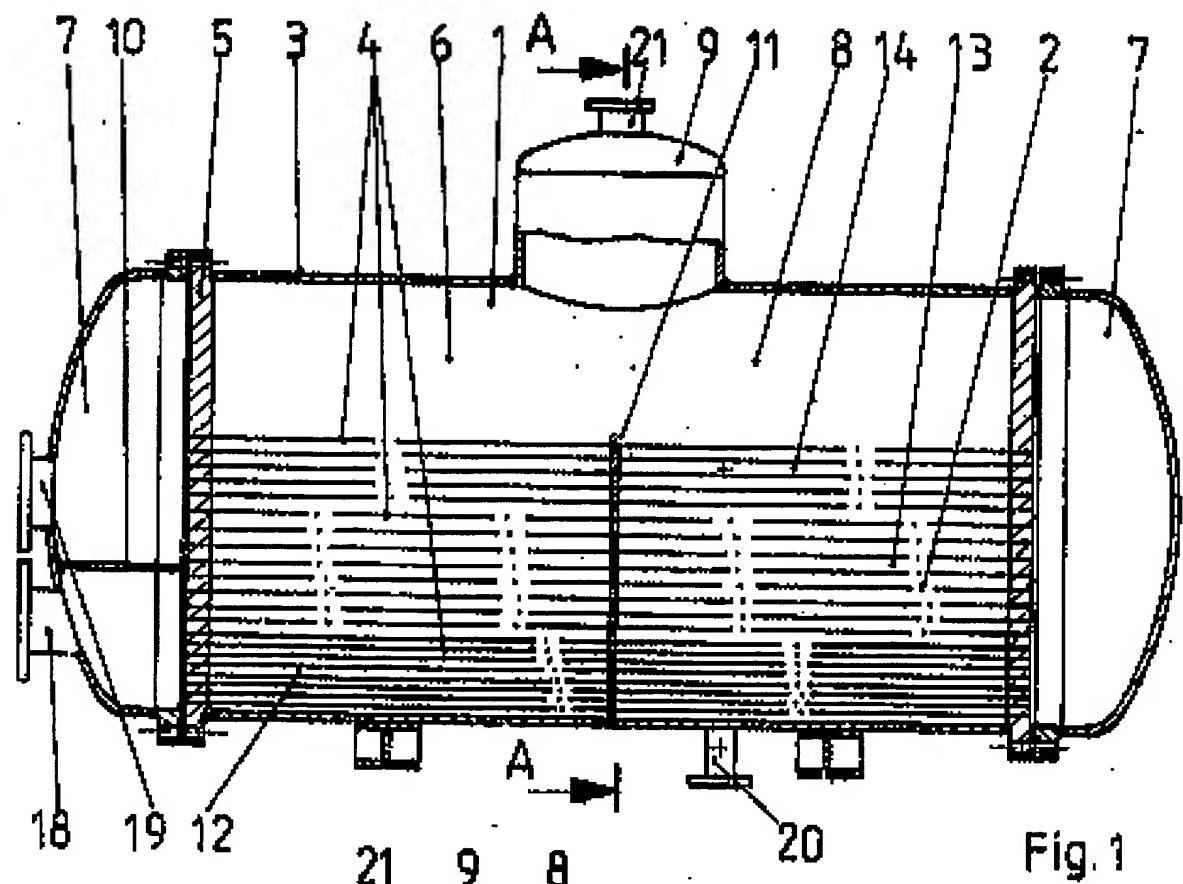


Fig. 1

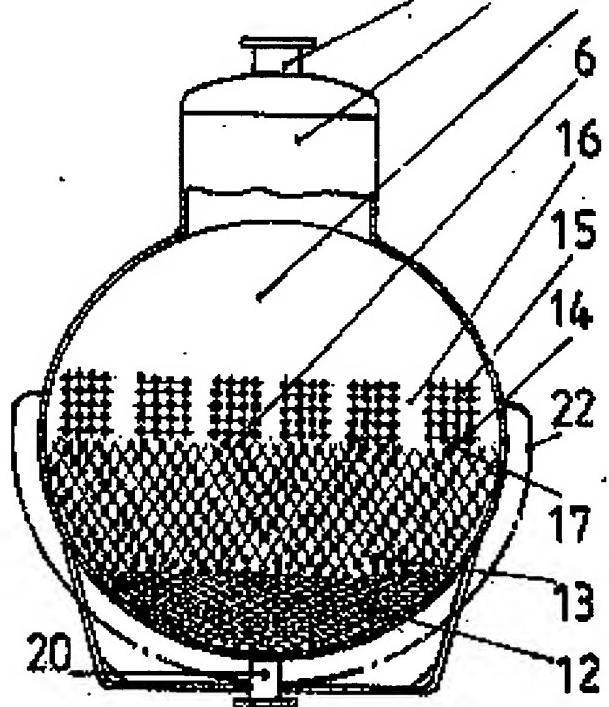


Fig. 2

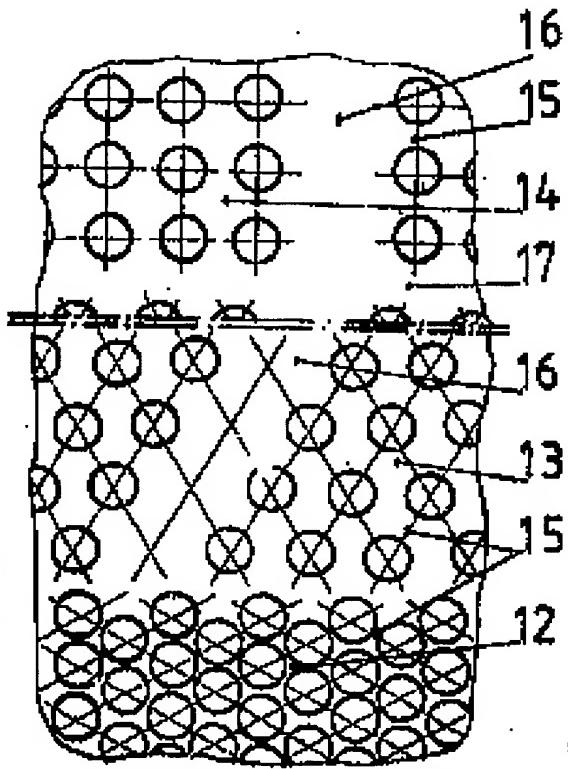


Fig. 3

THIS PAGE BLANK (USPTO)